

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MULLER DE PAULA RIBEIRO

**PERFORMANCE DO SAL DE ÁCIDO CARBOXÍLICO SOBRE O PULGÃO DO
ALGODOEIRO**

CHAPADÃO DO SUL – MS
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MULLER DE PAULA RIBEIRO

**PERFORMANCE DO SAL DE ÁCIDO CARBOXÍLICO SOBRE O PULGÃO DO
ALGODOEIRO**

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Elisângela de Souza Loureiro

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia, área
de concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS
2019



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Chapadão do Sul



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

DISCENTE: Muller de Paula Ribeiro

ORIENTADOR (A): Prof. (a) Dr. (a) Elisangela de Souza Loureiro

Performance de sal ácido carboxílico sobre *Aphis gossypii*

Prof.(a) Dr.(a) Presidente Elisangela de Souza Loureiro

Prof.(a) Dr.(a) Luis Gustavo Amorim Pessoa

Prof.(a) Dr.(a) Karina Marie Kamimura

Chapadão do Sul, 09 de Março de 2019.

DEDICATÓRIA

A Deus e a minha família, por acreditar em mim e me ajudar em todos os momentos, Dedico, Ofereço e Agradeço.

AGRADECIMENTOS

A profa. Dra. Elisângela de Souza Loureiro, pela orientação, pelo carinho, confiança, incentivo, e pela contribuição e auxílio na presente pesquisa.

Ao Prof. Dr. Luis Gustavo Amorim Pessoa, pela amizade, atenção, confiança, carinho, paciência, e pela possibilidade de concluir esse trabalho em suas orientações.

A profa. Dra. Karina Marie Kamimura, por aceitar a fazer parte da banca examinadora.

A minha família, meus pais e irmãos que sempre acreditaram em mim, me apoiando em momentos difíceis e em todas as minhas decisões.

Aos meus padrinhos João Roberto e Vanda Berton, por sempre acreditarem em mim.

A todos os Docentes do Programa de Pós-graduação em Agronomia do CPCS/UFMS pelos ensinamentos e atenção.

A empresa Biocontrole pela cessão do produto para execução desta pesquisa.

Em especial a equipe do laboratório: Pamella Mingotti Dias; Rafaela Luisa Kowalski, Leonardo Augusto; Gabriel Devoz; Luca Gomes Nunes; Ricardo Tosta, Francisco Mendes e Janielle Garcia.

EPÍGRAFE

“Tudo o que fizerem, façam de todo o coração, como
para Deus, e não para os homens”

Colossenses 3:23

RESUMO

Ribeiro, Muller de Paula. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Performance do sal de ácido carboxílico sobre o pulgão do algodoeiro

Professor Orientador: Elisângela de Souza Loureiro.

O pulgão do algodoeiro, *Aphis gossypii* é praga cosmopolita, que causa inúmeros danos através da sucção de seiva e transmissão de fitovirose. Basicamente o controle de *A. gossypii* é realizado com inseticidas sintéticos. A conjuntura atual, baseada em uma única estratégia de controle, pode gerar efeitos irreparáveis. O emprego dessa única ferramenta, provoca a diminuição de populações suscetíveis e o aumento de populações resistentes, por selecionar indivíduos, predispostos geneticamente, permitindo sua sobrevivência, contribuindo para seleção de resistência cruzada e/ou múltipla. Atualmente, o uso de produtos alternativos que apresentem baixo custo, tem sido testado em substituição ao uso dos inseticidas. Dessa forma, objetivou-se avaliar a performance de sal de ácido carboxílico em diferentes concentrações em ninfas de 1ª; 2ª; 3ª e 4ª instares e adultos de *A. gossypii*. Os tratamentos foram constituídos pela testemunha (água destilada e esterilizada) e diferentes doses do sal de ácido carboxílico (BIO ADD®) (0,200; 0,350; 0,500 e 0,650 L. ha⁻¹), aplicados sobre os insetos. Para instalação dos bioensaios, os insetos foram acondicionados em discos foliares de algodão, fixados em placas de Petri numa fina cama de ágar-água. Após aplicação dos tratamentos, os insetos foram mantidos em sala climatizada a 25 ± 1°C, umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas. As avaliações ocorreram a cada 24 horas, contabilizando-se os insetos mortos e calculando-se a mortalidade total e a eficiência. Também foram calculadas a dose letal e tempo letal para mortalidade de 80% da população (DL₈₀ e TL₈₀). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 5 repetições, cada uma contendo 6 insetos. Nas condições testadas, as doses 0,350, 0,500 e 0,650 L. ha⁻¹ de BIO ADD® proporcionaram alta mortalidade acima de 80% sobre ninfas de 1ª e 4ª instares. As doses de 0,500 e 0,650 L. ha⁻¹, proporcionaram as melhores performances sobre as diferentes fases de *A. gossypii*, a partir de 48 horas após a aplicação. De maneira geral, a dose 0,650 L. ha⁻¹ do BIO ADD®, proporcionou mortalidade média de 80% e em menor tempo, sobre as diferentes fases de *A. gossypii*.

PALAVRAS-CHAVE: *Aphis gossypii*. controle alternativo. inseto sugador.

ABSTRACT

Ribeiro, Muller de Paula. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Performance of carboxylic acid salt on cotton aphid

Author: Muller de Paula Ribeiro.

Adviser: Elisângela de Souza Loureiro.

The cotton aphid, *Aphis gossypii* is a cosmopolitan pest, which causes numerous damages through sap sucking and transmission of phytovirus. Currently, one of the alternatives that has been used in substitution for the use of insecticides in pest control is the use of alternative products that present low costs. Thus, the objective was to evaluate the performance of carboxylic acid salt in different concentrations in nymphs, from first instar, second instar, third instar, fourth instar and adults of *A. gossypii*. The treatments consisted of the control (distilled and sterilized water) and different doses of the carboxylic acid salt (BIO ADD®) (0.200, 0.350, 0.500 and 0.650 L. ha⁻¹), applied to the insects. For application, the insects were packed in cotton leaf discs, fixed in Petri dishes on a thin bed of agar-water. After application, the insects were kept in an air conditioned room at 25 ± 1°C, relative humidity of 70 ± 10% and photophase of 12 hours. The evaluations occurred every 24 hours, counting the dead insects and calculating the total and corrected mortality, lethal dose and lethal time for mortality of 80% of the population (LD₈₀ and LT₈₀) using corrected mortality. The design was a completely randomized design with 5 replicates, each containing 6 insects. Under the conditions tested, the doses 0.350, 0.500 and 0.650 L. ha⁻¹ of BIO ADD® provided high mortality above 80% over nymphs of the 1st and 4th instars. The doses of 0.500 and 0.650 L. ha⁻¹ of BIO ADD®, provided the best performances on the different phases of *A. gossypii*, from 48 hours after application. The BIO ADD® 0.650 L. ha⁻¹ dose provided mean mortality of 80% and less time over the different phases of *A. gossypii*.

KEY-WORDS: *Aphis gossypii*. alternative control. sucking insect.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

PÁGINAS

Figura 1. Ninfas de 1º (A); 2º (B); 3º (C); 4º (D) ínstaes e adultos (E) de *A. Gossypii*14

Figura 2. Adulto e ninfas de *A. gossypii*, áptero (A) e alado (B), em folhas de algodão15

Figura 3. Colônia (A) de *A. gossypii*, folhas encarquilhadas (B) e pluma com presença de fumagina (C), devido a presença do pulgão.....16

Figura 4. Mortalidade diária acumulada (%) de ninfas de 1º; 2º; 3º; 4º ínstaes e adultos de *A. gossypii*, em função da exposição às diferentes doses de BIO ADD®.....32

Figura 5. *A. gossypii* sem aplicação (A) e 24 horas após a aplicação (B) do BIO ADD® (B), na dose de 0,650 L. ha-1, ninfa de 2º instar morta no processo de ecdise (C) três dias após a aplicação.....
34

LISTA DE TABELAS

TABELAS

PÁGINAS

Tabela 1. Mortalidade total ($\% \pm EP$) de ninfas e adultos de *A. gossypii*,
expostos a diferentes doses de BIO ADD®.....27

Tabela 2. Eficiência ($\% \pm EP$) das diferentes doses de BIO ADD® sobre
ninfas e adultos de *A. Gossypii*.....28

Tabela 3. Dose letal (L_{ha-1}) ($DL_{80} \pm EP$), de BIO ADD® sobre ninfas de 1º;
2º; 3º; 4º ínstaes e adultos de *A. Gossypii*.....28

Tabela 4. Tempos letais (TL_{80}) ($dias \pm EP$), do BIO ADD® sobre ninfas de 1º;
2º; 3º; 4º ínstaes e adultos de *A. Gossypii*.....29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE <i>Aphis gossypii</i>	14
2.2 Importância do <i>Aphis gossypii</i>	14
2.3 Controle químico <i>Aphis gossypii</i>	16
2.4 Controle alternativo <i>Aphis gossypii</i>	17
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
CAPÍTULO 1 - Performance do sal de ácido carboxílico sobre o pulgão do algodoeiro.....	23
RESUMO.....	23
ABSTRACT	24
1 INTRODUÇÃO	25
2 MATERIAL E MÉTODOS	26
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4 CONCLUSÕES	35
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1 INTRODUÇÃO

O algodão (*Gossypium hirsutum* L.) é de extrema importância para a agricultura brasileira e mundial. Com a redução nas produções de pluma entre os maiores produtores mundiais, Índia, China e Estados Unidos, e o aumento na demanda pelos maiores consumidores, China, Índia e Paquistão, a produção brasileira vem crescendo. Na safra 2017/2018 a produção de pluma foi de 1.969,9 milhão de toneladas, aumento de 22 % em relação à safra anterior, que foi de 1.529,5 milhão toneladas (CONAB, 2018).

A produtividade brasileira é a maior no mundo com média de 1.708 kg ha⁻¹. Tal resultado se deve ao emprego de tecnologias na produção e o clima tropical (CONAB, 2018). No entanto, regiões tropicais também favorecem a ocorrência de doenças e pragas (SUASSUNA e COUTINHO, 2015). No Brasil, estima-se a existência de 26 espécies de insetos considerados prejudiciais a cultura do algodão (MIRANDA et al. 2015). Ainda no Brasil, em estudos conduzidos por Rodrigues e Silvie (2016) avaliando índices faunísticos em algodão convencional e adensado, observou-se que, dentre os artrópodes-praga encontrados nessa cultura, o pulgão do algodoeiro *Aphis gossypii* (Glover, 1876) (Hemiptera: Aphididae) foi o de maior frequência. Esse afídeo é cosmopolita, multiplicando-se facilmente em regiões tropicais e subtropicais (TORKAMAND et al. 2013).

Os afídeos causam danos diretos pela sucção de seiva e indiretos pela excreção do honeydew (que favorece a presença do fungo oportunista - *Capnodium* sp.), além de serem vetores de fitovirose (MALAQUIAS et al. 2014). Severos ataques do *A. gossypii*, podem provocar redução da área foliar e plantas menos vigorosas (SARWAR et al. 2014). Os fitovírus provocam perdas consideráveis as plantas atacadas. Em algodão, dentre os fitovírus transmitidos por *A. gossypii*, o de maior importância no Brasil, é o mosaico das nervuras (conhecida em outros países como “blue disease”, “mosaico azul” ou “enfermidade azul”) causado pelo *Cotton leafroll dwarf virus* (CLRDV; família Luteoviridae, gênero *Polerovirus*) (DISTÉFANO et al. 2010).

Mesmo sendo considerada a virose mais importante para a cultura do algodão, anteriormente não era problema, pois a maioria das cultivares semeadas

eram resistentes. Na década de 1980, novos genótipos de algodão foram introduzidos da, Austrália e Estados Unidos, mesmo sendo suscetíveis ao vírus, substituindo os nacionais resistentes, proporcionando a ocorrência de novos surtos da doença. Por intermédio de intenso programa de melhoramento genético, a resistência passou a ser incorporada nos genótipos de algodoeiro, tornando a doença de importância secundária (MIRANDA et al. 2008).

No entanto, em 2006, foi observada em cultivares de algodão consideradas resistentes ao mosaico azul, uma nova forma do vírus, denominada atypical cotton blue disease (ACBD) - doença azul atípica - (Silva et al. 2008; Galbieri et al. 2010), mais tarde confirmado a quebra da resistência, das plantas a essa doença (SILVA et al. 2015). Estima-se, que mais de 90% de todas as cultivares de algodão semeadas no Brasil, são suscetíveis ao ACBD (CHITARRA e GALBIERI, 2015).

Uma das formas de se manejar a doença é controlando o seu vetor. A medida de controle mais empregada para o controle do *A. gossypii* é a utilização de inseticidas sintéticos. Existem cerca de 146 produtos registrados no Ministério da Agricultura para o manejo dessa espécie de pulgão, sendo que mais da metade desses produtos (56,0%) pertencem aos grupos químicos neonicotinoides (39,0%) e piretroides (17,0%) (MAPA, 2018). Recentemente, na literatura, vem sendo relatada a ocorrência de *A. gossypii* resistente a neonicotinoides (imidacloprid e thiamethoxam) (Ulusoyet al. 2018) e piretroides (beta-cipermetrina e deltametrina) (CHEN et al. 2017).

Dessa forma, estudos que visem selecionar métodos alternativos de manejo fazem-se necessários. Estudos prévios, visando a seleção de produtos alternativos, mostram o potencial de controle pulgões com a utilização de sabões (CYSNE et al. 2014). Em estudos preliminares, Pessoa et al. (2017) testando o efeito do sal de ácido carboxílico [5%], constataram alto potencial desse ingrediente ativo em controlar *A. gossypii*, verificando eficiência de 63,79% na redução da população de ninfas de primeiro instar. O sal de ácido carboxílico é um sabão derivado de sais de sódio de ácido carboxílico, cujo mecanismo de ação sobre os insetos, ainda não está bem elucidado. Para Cranshaw (2003) os sabões podem atuar de três formas: por penetração dos ácidos graxos através da cutícula do inseto; agir como reguladores de crescimento do inseto e podem bloquear os espiráculos respiratórios do inseto.

Dessa forma, objetivou-se avaliar a performance de sal de ácido carboxílico em diferentes concentrações em ninfas, de 1º; 2º; 3º e 4º instares e adultos de *A. gossypii*.

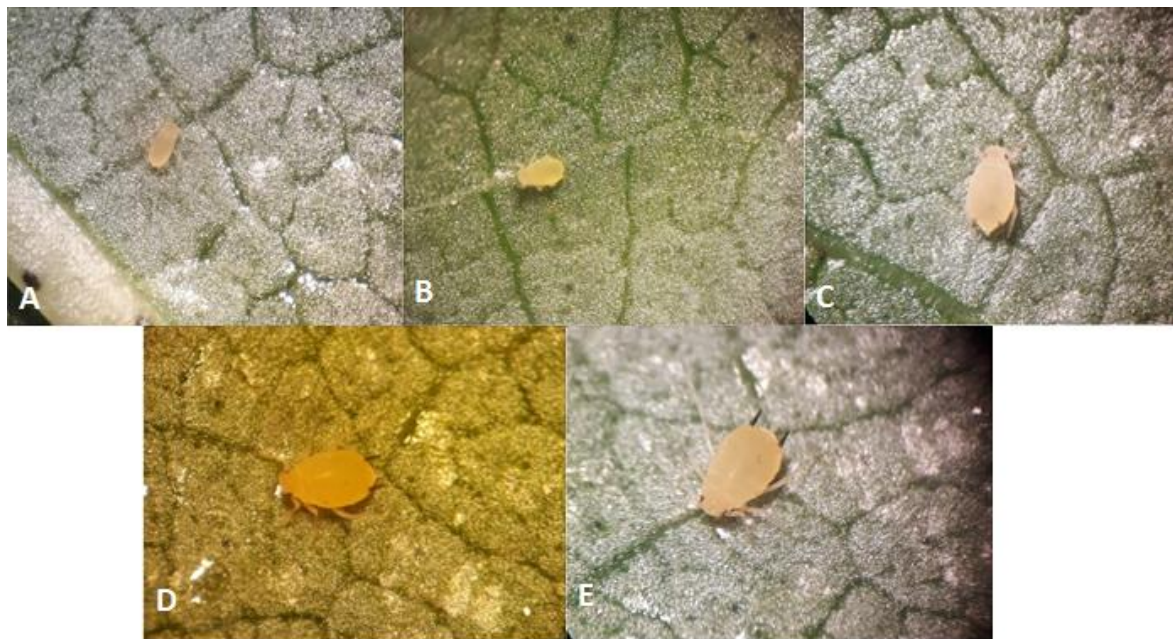
2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE *APHIS GOSSYPHII*

2.2 Importância do *Aphis gossypii*

O pulgão *A. gossypii* está amplamente distribuído no mundo, ocorrendo com maior frequência nos trópicos (GUIMARÃES et al. 2013). Mede de 1 mm a 3 mm de comprimento, apresenta antenas curtas do tamanho do corpo, sinfúnculos escuros, olhos vermelhos e a coloração do corpo varia de verde-escuro a amarelo-claro (Figura 1). Em regiões de climas tropicais, as populações são compostas apenas por fêmeas, apresentando reprodução por partenogênese telítica, o que proporciona aumento rápido da população; um fêmea gera em média 2 a 4 ninfas/dias, o período ninfal e de 5 a 6 dias (MIRANDA et al. 2015). Para Guimarães et al. (2013), em temperaturas entre 25-27°C, o ciclo de vida é de 15 dias, com a possibilidade de cada fêmea gerar de 70 a 80 novos indivíduos.

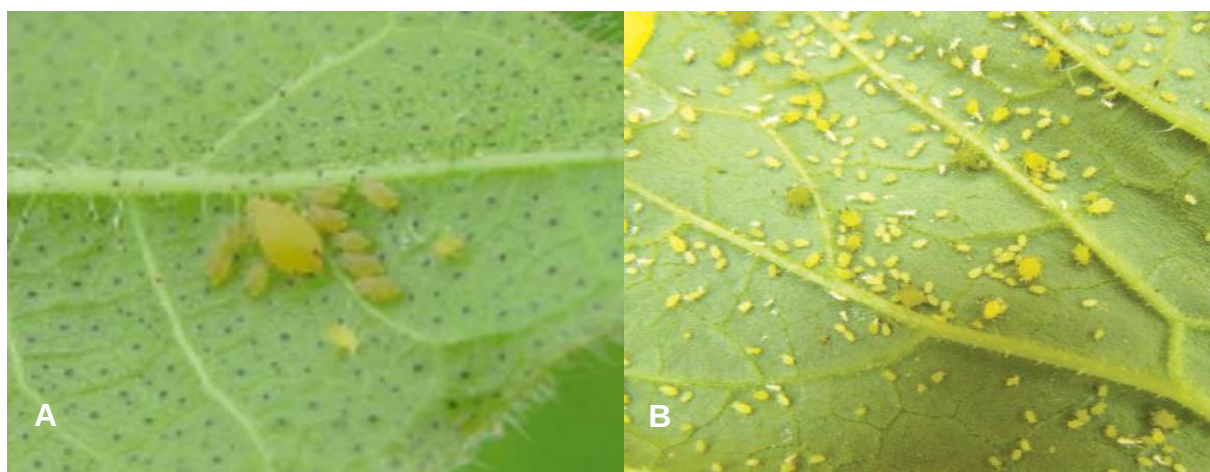
Figura 1. Ninfas de 1º (A); 2º (B); 3º (C); 4º(D) instares e adulto (E) de *A. gossypii*.



Fonte: Ribeiro (2018).

Essa espécie de pulgão já foi descrita associada a mais de 700 espécies de plantas (Guimarães et al. 2013), sendo considerada uma praga altamente polífaga (MICHELOTTO e BUSOLI 2012). É praga de diversas culturas como melão, abobrinha, pepino, frutas cítricas, café, berinjela, quiabo e plantas ornamentais; crisântemo e hibisco (BLACKMAN e EASTOP 1984). Na Europa, ataca em especial culturas em ambiente protegido, enquanto no Brasil é praga chave em culturas como melão e algodão (Figura 2) (GUIMARÃES et al. 2013).

Figura 2. Adultos e ninfas de *A. gossypii*, em folhas de algodão (A) e melão (B). Adultos e ninfas de *A. gossypii*, em folhas de algodão (A) e melão (B).



Fonte: Google imagem (2018).

Na cultura do algodão essa espécie de pulgão se desenvolve na face abaxial das folhas. Os danos ocorrem devido a sucção contínua de seiva, que proporciona o encarquilhamento das folhas e deformações em brotações novas (Papa, 2006). Outro problema associado ao ataque dessa praga é a presença da fumagina (*Capnodium* sp.), que reduz a área fotossintética da planta, devido a formação de uma camada escura que intercepta a radiação solar. Na fase de abertura de capulhos seu ataque provoca manchas devido a ocorrência da fumagina, interferindo na qualidade da pluma (Figura 3) (MIRANDA et al. 2015). Os pulgões transmitem mais de 50 espécies de fitoviroses (Pena-Martinez 1992; Soglia et al. 2002) e, no algodão, transmitem vermelhão e o mosaico das nervuras.

Os prejuízos ocasionados pela presença do vírus podem variar, quando o ataque ocorre até os 100 dias após a emergência, com a presença do vírus, observa-se perdas de 15-20% (BROWN, 1992). O ataque também pode provocar

redução na qualidade da fibra e sementes (Cauquil e Follin 1983) e, quando os pulgões não são controlados, a associação do inseto com o vírus pode reduzir a produção em até 44% (CALCAGNOLO e SAVER, 1954). O controle de *A. gossypii* é recomendado quando há presença de 70% de infestação, com colônias com população mínima de 5 indivíduos (ALMEIDA et al. 2008).

Figura 3. Colônia de *A. gossypii* (A), folhas encarquilhadas (B) e pluma com presença de fumagina (C), ocasionado pela presença do pulgão.



Fonte: Google imagem (2019).

2.3 Controle químico de *Aphis gossypii*

Basicamente o controle de *A. gossypii* é realizado com inseticidas sintéticos. No Brasil, atualmente para manejo dessa praga, existem registrados 146 inseticidas, sendo 56% dos produtos pertencentes aos grupos químicos neonicotinoides e piretroides (MAPA 2018). Os neonicotinoides, são inseticidas sistêmicos que atuam sobre receptores nicotínicos de acetilcolina, no sistema nervoso central, levando o inseto a morte por paralisia (GULLAN e CRANSTON 2017). Os piretroides atuam por contato, e agem na transmissão dos impulsos nervosos, a nível de axônio, matando o inseto por hiperexcitação (GALLO et al. 2002).

A conjuntura atual, baseada em uma única estratégia de controle, pode gerar efeitos irreparáveis. O emprego dessa única ferramenta, provoca a diminuição de populações suscetíveis e o aumento de populações resistentes, por selecionar indivíduos predispostos geneticamente permitindo sua sobrevivência, mesmo em

contato com os inseticidas (GULLAN e CRANSTON 2017), além de contribuir para resistência cruzada (ULUSOY et al. 2018).

Na literatura existem relatos da ocorrência de indivíduos resistentes a inseticidas. Na Turquia, Ulusoy et al. (2018) observaram, por meio de análises enzimáticas, ocorrência de indivíduos resistentes a neonicotinoides (imidacloprid e thiamethoxam). Na China, com a disseminação de aplicações de inseticidas a base de moléculas sintéticas, em especial piretroides, verificou-se a ocorrência de populações de pulgões resistentes (CHEN et al. 2017). Em relação a resistência, os mecanismos podem ser: pelo aumento de comportamento de fuga, mudanças fisiológicas, desintoxicação bioquímica e aumento da tolerância (GULLAN e CRANSTON 2017). Particularmente, em *A. gossypii* tem sido relatadas algumas enzimas associadas a destoxificação (ULUSOY et al. 2018).

2.4 Controle alternativo de *Aphis gossypii*

Os inseticidas classificados como alternativos, são todos os produtos químicos, orgânicos ou naturais, que apresentem como características, serem praticamente não tóxicos, nenhuma ou baixa agressividade a natureza e ao homem, eficiência ao combate de pragas, não favorecerem a seleção de indivíduos resistentes, custos reduzidos para aquisição, simplicidade quanto a aplicação e alta disponibilidade para aquisição. O principal objetivo, quanto ao uso de inseticidas alternativos, é a obtenção de produtos que evitem a contaminação do produtor e consumidor, atendendo a crescente procura por produtos salubres (PENTEADO, 1999).

Para Halfeld-Vieira et al. (2016), a adoção de tecnologias alternativas de controle fitossanitários, tem objetivo de gerar, o mínimo de impacto sobre os ecossistemas. Nesse sentido, os óleos essenciais vêm sendo estudados como alternativa ao controle de pragas (Fazolin et al. 2005), atuando nos insetos por ingestão, contato e fumigação. Os óleos de Capim-santo (*Cymbopogon citratus*), Pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*), Citronela (*Cymbopogon winterianus*) e Nim (*Azadirachta indica*), são repelentes e reduzem a produção de ninfas *A. gossypii* (ANDRADE et al. 2013).

Em busca de alternativas ao controle convencional de insetos, a utilização de sabões vem sendo relatada, em especial sobre pulgões (CYSNE et al. 2014; PESSOA et al. 2017). A maior parte dos insetos controlados por sabões pertencem a ordem Hemiptera. Essa observação deve-se a alta dependência da cutícula macia e fina, localização no tecido vegetal, sendo muitos relativamente fáceis de alcançar (CURKOVIC, 2016). Os sabões são ácidos graxos proporcionam a desorganização da camada de ceras do inseto, levando a perda excessiva de água, resultando na morte (MUNTZ et al. 2016).

Na literatura especializada, existem poucos trabalhos com o uso de sabões e detergentes, para o manejo de afideos. Estudo conduzido por Cahuer e Chavera (2015) em laboratório, avaliando a performance de duas concentrações do detergente Nudisoit® (100 e 150 g.L⁻¹), no controle *Praelongorthezia olivicola* (Beingolea) (Hemiptera: Ortheziidae), constataram eficiência de 99,38 (150 g. L⁻¹) e 99,68% (100 g.L⁻¹). Também em laboratório, Carpio e Curkovic (2018) avaliando o controle da *Pseudococcus viburni* (Fernald) (Hemiptera: Pseudococcidae) em pós colheita, submergindo os frutos em solução a 1% de detergente, observaram redução de 90,2% na sobrevivência dessa cochonilha.

Em estudo realizado por Emami (2016), avaliando a eficiência de sabões no controle de *A. gossypii*, em casa de vegetação, obtiveram eficiência de 78,47 e 75,78%, para os produtos Palizin® e D-octil®, respectivamente. Também em casa de vegetação, Cysne et al. (2014), avaliando diversas formulações e concentrações de detergentes neutros no controle de *Aphis craccivora* Koch, 1854 (Hemiptera: Aphididae), observaram a maior eficiência (98%) com a maior concentração (4%). Em laboratório, foi verificado o potencial do sal de ácido carboxílico sobre ninfas de *A. gossypii*, proporcionando redução 63,79% na redução da população em ninfas de primeiro instar (PESSOA et al. 2017).

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R.P.; SILVA, C.A.D.; RAMALHO, F.S. Manejo integrado de pragas do algodoeiro no Brasil. **In o Agronegócio do Algodão no Brasil**; Beltrão, N.E.M., Azevedo, D.M.P., Eds.; Embrapa: Brasília, Brasil, 2008; pp. 1035–1098.
- ANDRADE, L.H.; OLIVEIRA J,V.; LIMA I.M.M.; SANTANA M.F.; BREDAS M.O. Efeito repelente de azadiractina e óleos essenciais sobre *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em algodoeiro. **Revista Ciência Agronômica**. 2013. 44:628-634.
- BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. Aphids on the world's crops an identification guide. John Wiley and Sons. 1984.
- BROWN, J. K. Virus diseases In: Hillocks RJ (Ed.) Cotton Disease. Wallingford. **Centre for Agriculture and Bioscience International**. 1992. p. 39-85.
- CAHUER, V.C.; CHAVERA, G.S. Efficiency of an enzymatic detergent in the control of *Praeelongorthezia olivicola* (Beingolea) (Hemiptera: Ortheziidae) in the Northern Chile. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias**. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 2015. 47(2): 213-218. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382842590016>.
- CALCAGNOLO, G.; SAUER, H. F. G. A Influência do ataque dos pulgões (*Aphis gossypii* Glover, 1876, Hom. Aphididae) na produção da cultura do algodoeiro. **Archives of the Biological Institute**. São Paulo, v. 21, p. 85-99, 1954.
- CARPIO, C.; CURKOVIC, T. Postharvest control of *Pseudococcus viburni* (Hemiptera: pseudococcidae) in pomegranates (*punica granatum*) by immersion in warm detergent solutions. **Chilean journal of agricultural & animal sciences**. v 34, n. 1, p. 12-18. 2018.
- CAUQUIL, J.; FOLLIN, J. C. Les maladies du cotonnier attribuées à des virus ou à des mycoplasmes en Afrique au sud du Sahara et dans le reste du Monde. **Coton et Fibres Tropicales** 38: 293-308. 1983.
- CHEN, X.M.; TIE, A.; CHEN, K.; MA, F.; LI, P.; LIANG, Y.; LIU, D.; SONG, X. GAO. Pyrethroid resistance associated with M918L mutation and detoxifying metabolism in *Aphis gossypii* from Bt cotton growing regions of China. **Pest Management Science**. 2017.
- CHITARRA, L.G.; GALBIERI, R.(2015) Controle de doenças no algodoeiro em Mato Grosso. In: Belot JL (ed) Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso. **Casa das Árvores**, Cuiabá, pp 166–177. 2015.

CONAB (2018) **Análise Mensal**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-algodão>. Acessado em: 10 Agosto 2018.

CRANSHAW, W. S. Insect control: Soaps and detergents. Home & Garden, **Colorado State University**, n. 5547, 2003. Disponível em: <http://www.ext.colostate.edu/pubs/insect/05547.html>. Acesso em: 10 maio 2017.

CURKOVIC, T. Detergents and soaps as tools for IPM in agriculture p. 155-189. In Kaur Gill, H. e Goyal, G. **Integrated Pest Management (IPM): Environmentally Sound Pest Management**. Intech, Rijeka, Croatia. 2016. <http://dx.doi.org/10.5772/64343>.

CYSNE, A.Q.; COSTA, J.V.T.A.; BLEICHER, E. Atividade inseticida de detergentes neutros sobre pulgão preto em feijão caupi. **Revista de Ciências Agroambientais**, v.12, n.1, p.75-81, 2014.

DISTÉFANO, A.J.; BONACIC, K.R.E.S.I.C I.; HOPP HE. The complete genome sequence of a virus associated with cotton blue disease, cotton leafroll dwarf virus, confirms that it is a new member of the genus Polerovirus. **Archives of virology**. 155:1849–1854. 2010.

EMAMI, M.S. Bioefficacy of some biorational insecticides for the control of *Aphis gossypii* Glover, 1877, (Hemiptera: Aphididae) on greenhouse grown cucumber. **Acta Agriculturae Slovenica**. 107(2):419–427. 2016. DOI: 10.14720/aas.2016.107.2.14.

FAZOLIN, M. et al. Toxicidade do óleo de *Piper aduncum* L. a adultos de *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae). **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 3, p. 485-489, 2005.

GALBIERI, R.; CIA, E.; FUZATTO, M.G.; FRANZON, R.C.; BELOT, J.L.; DIAS, J.A.C.(2010). Transmissibilidade e reação de genótipos de algodoeiro a uma forma atípica do vírus do mosaico das nervuras. **Tropical Plant Pathology**. 35:88–95. 2010.

GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **Insetos: Fundamentos da Entomologia**. 5. ed. São Paulo: ROCA, 2017. 460 p. 2017.

GALLO, D., O. NAKANO, S. SILVEIRA-NETO, R.P.L. CARVALHO, G.C. BAPTISTA, E. BERTI-FILHO, J.R.P. PARRA, S.B. ALVES, J.D. VENDRAMIN, L.C. MARCHINI, J.R.S. LOPES & C. OMOTO. **Manual de Entomologia Agrícola**. Piracicaba, Fealq, 649p. 2002.

GUIMARÃES, J. A.; MOURA, A. P. D.E.; OLIVEIRA, V. R. de. **Biologia e manejo do pulgão *Aphis gossypii* em meloeiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2013. 7 p.

HALFELD-VIEIRA, B.A.; MARINHO-PRADO, J.S.; NECHET, K.L.; Morandi M.A.B.; Bettiol W. **Defensivos Agrícolas Naturais: uso e perspectivas**. Brasília: EMBRAPA; 2016.

MALAQUIAS, J.B.; RAMALHO, F.S.; LIRA, A.C.S.; OLIVEIRA, F.Q.; FERNANDES, F.S.; GODOY, W.A.C.; ZANUNCIO, J.C. The Biology and Thermal Requirements of

the Fennel Aphid *Hyadaphis foeniculi* (Passerini) (Hemiptera: Aphididae). **PLoS ONE** 9(7), 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100983>.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agrofit (2018). Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acessado em: 10 de Agosto 2018.

MICHELELOTTO, F.L.L.; BUSOLI, A.C. Aspectos biológicos e tabela de vida de fertilidade de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em cultivares de algodoeiro deltaopal e nuopal. **Arquivos Instituto Biológico**. 79: 84–90. 2012.

MIRANDA, J.E.; SUASSUNA, N.D.; MORELLO, C.L.; SILVA, M.V.F.; FREIRE, E.C. (2008) **Doença azul do algodoeiro: novos aspectos a serem considerados no manejo**. Circular Técnica no. 121. Campina Grande PB. Embrapa Algodão.

MIRANDA, J. E.; RODRIGUES, S. M. M.; ALBUQUERQUE, F. A. de; SILVA, C. A. D.; ALMEIDA, R. P. de; RAMALHO, F. de S. **Guia de identificação de pragas do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2015. 69 p.

MUNTZ, H.; MILLER, R.; ALSTON, D. (2016). Alternative Pest Control Methods for Homeowners (2016). **Utah State University**. v 809.2016.

PAPA, G. Pragas e seu controle. In: **ALGODÃO: pesquisas e resultados para o campo**. Cuiabá: FACUAL, 2006. p. 206-239.

PEÑA-MARTINEZ, R. Identificación de afidos de importância agrícola. In: URIAS-M, C; RODRÍGUES-M, R.; ALEJANDRE-A, T. (Ed.). *Áfidos como vectores de virus em México*. 2.ed. México : **Centro de Fitopatologia**, 1992. p.1-135.

PENTEADO, S. R. **Defensivos alternativos e naturais**. Campinas-SP, 1999. 79 p.

PESSOA, L. G. A.; SILVA, W. E. B.; RIBEIRO, M. P.; LOUREIRO, E. S.; DIAS, P. M. Efeito do sal de ácido carboxílico sobre ninfas de *Aphis gossypii* Glover (1877) (Hemiptera: Aphididae). **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, Suplemento 1, p. 79-83, dez. 2017. ISSN 2358-6303.

SARWAR, M.K.; AZAM, I.; IQBAL, W.; IRAM, N.; RASHDA, A.; ANWER, F.; ATTA, K.; ALI, R. Cotton aphid *Aphis gossypii* L. (Homoptera; Aphididae); a challenging pest; biology and control strategies: a review. **International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology**. 5: 288-294. 2014.

SILVA, A.K.F.; ROMANEL, E.; SILVA, T.F.; CASTILHOS, Y.; SCHRAGO, C.G.; GALBIERI R, BELOT JL, VASLIN MFS . Complete genome sequences of two new virus isolates associated with cotton blue disease resistance breaking in Brazil. **Archives of Virology**. 160:1371–1374. 2015.

SILVA, T.F.; CORRÊA, R.L.; CASTILHO, Y.; SILVIE, P.; BELOT, J.L.; VASLIN, M.F.S. Widespread distribution and a new recombinant species of Brazilian virus associated with cotton blue disease. **Virology Journal**. 5:1–13. 2008.

RODRIGUES, SMM, E SILVIE, PJ. (2016). **Índices faunísticos de artrópodes-praga e inimigos naturais nos sistemas de plantio convencional e adensado do algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão. 16 p. 2016.

SOGLIA, M.C.M.; BUENO, V.H.P.; SAMPAIO, M.V. Desenvolvimento e sobrevivência de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em

diferentestemperaturas e cultivares comerciais de crisântemo. **Neotropical Entomology**, v.31, n.2, p.211-216, 2002.

SUASSUNA, N.D.; COUTINHO, W.M. **Manejo das principais doenças do algodoeiro no cerrado brasileiro**. In: Freire EC (ed) Algodão no cerrado do Brasil. ABRAPA, Brasília, p 365–408. 2015.

TORKAMAND, M.; HEIDARIA, A.; GHAJARIEH, H.; AND FARAVARDEH, L. (2013). Comparison of susceptibility of melon aphid populations, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), from seven regions in Iran to pirimicarb and malathion. **Journal of Crop Protection**, 2 (2), 183-192, 2013.

ULUSOY, S.; ATAKAN, E.; AND DINCER, S. Neonicotinoid resistance of *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) in cotton fields of Cukurova Region, Turkey. **Turkey journal of entomology**, 42 (1), 23–31, 2018.

CAPÍTULO 1 -Performance do sal de ácido carboxílico sobre o pulgão do algodoeiro

RESUMO

Objetivou-se avaliar a performance de sal de ácido carboxílico em diferentes concentrações em ninfas de 1º; 2º; 3º e 4º instares e adultos de *Aphis gossypii*. Os tratamentos foram constituídos pela testemunha (água destilada esterilizada) e diferentes doses do sal de ácido carboxílico (0,200; 0,350; 0,500 e 0,650 L. ha⁻¹), aplicados sobre os insetos com auxílio de torre de Potter. Para aplicação os insetos foram acondicionados em discos foliares de algodão, fixados em placas de Petri numa fina cama de ágar-água. Após aplicação, os insetos foram mantidos em sala climatizada a 25 ± 1°C, umidade relativa do ar de 70 ± 10% e fotofase de 12 horas. As avaliações ocorreram a cada 24 horas, contabilizando-se os insetos mortos e calculando-se a mortalidade total e eficiência. Também foram calculadas a dose letal e tempo letal para mortalidade de 80% da população (DL₈₀ e TL₈₀). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 5 repetições, cada uma contendo 6 insetos. Nas condições testadas, as doses 0,350, 0,500 e 0,650 L. ha⁻¹ de BIO ADD® proporcionaram alta mortalidade acima de 80% sobre ninfas de 1º e 4º instares. As doses de 0,500 e 0,650 L. ha⁻¹ do BIO ADD®, proporcionaram as melhores performances sobre as diferentes fases de *A. gossypii*, a partir de 48 horas após a aplicação. A dose 0,650 L. ha⁻¹ do BIO ADD®, proporcionou mortalidade média de 80% e em menor tempo, sobre as diferentes fases de *A. gossypii*.

PALAVRAS-CHAVE: *Aphis gossypii*, afideo, controle alternativo, inseto sugador, sabões.

CHAPTER 1 –Performance of carboxylic acid salt on cotton aphid

ABSTRACT

The objective was to evaluate the performance of carboxylic acid salt in different concentrations in nymphs, from first instar, second instar, third instar, fourth instar and adults of *Aphis gossypii*. The treatments consisted of the control (distilled and sterilized water) and different doses of the carboxylic acid salt (0,200, 0,350, 0,500 and 650 L ha⁻¹), applied to the insects with the aid of a Potter tower. For application, insects were packed in cotton leaf discs, fixed in Petri dishes on a thin agar-water bed. After application, the insects were kept in an air conditioned room at 25 ± 1 ° C, relative humidity of 70 ± 10% and photophase of 12 hours. The evaluations occurred every 24 hours, counting the dead insects and calculating the total and corrected mortality. The lethal dose and lethal time for mortality of 80% of the population (DL₈₀ and TL₈₀) were also calculated. The design was a completely randomized design with 5 replicates, each containing 6 insects. Under the conditions tested, the doses 0,350, 0,500 and 0,650 L. ha⁻¹ of BIO ADD® provided a high mortality rate above 80% over nymphs of 1st and 4th instars. The doses of 0,500 and 0,650 L. ha⁻¹ from BIO ADD®, provided the best performances on the different phases of *A. gossypii*, from 48 hours after application. The dose 0,650 L. ha⁻¹ of BIO ADD®, provided an average mortality of 80% and less time, on the different phases of *A. gossypii*.

KEY WORDS: *Aphis gossypii*, aphid, alternative control, sucking insect, soaps.

1 INTRODUÇÃO

A produtividade de pluma brasileira é a maior no mundo (1.708 kg ha^{-1}), devido a fatores como o emprego de tecnologias na produção e o clima tropical (Conab, 2018). Apesar desse favorecimento, em regiões tropicais há maior ocorrência de doenças e pragas (Suassuna e Coutinho, 2015), estimando-se em torno de 26 espécies de insetos, o número daqueles considerados prejudiciais para a cultura (Miranda et al. 2015).

Avaliando índices faunísticos em algodão convencional e adensado, Rodrigues e Silvie (2016) observaram que, dentre os artrópodes-praga encontrados nessa cultura, o pulgão do algodoeiro *Aphis gossypii* (Glover, 1876) (Hemiptera: Aphididae) é o de maior frequência. Essa praga é cosmopolita, multiplicando-se facilmente em regiões tropicais e subtropicais (Torkamand et al. 2013), atacando diversas culturas como plantas ornamentais, citros (*Citrus* spp.), beterraba (*Solanum melongena* L.) e batata (*Solanum tuberosum* L.) (Rahsepar et al. 2016).

Os afídeos causam danos diretos e indiretos, os danos diretos são sucção de seiva e redução da área foliar com redução no vigor das plantas (Sarwar et al. 2014), os indiretos são excreção do honeydew, favorecendo a ocorrência da fumagina (*Capnodium* sp.), além de serem vetores de fitovirose (Malaquias et al. 2014).

Atualmente, para o controle da espécie de pulgão *A. gossypii*, a medida mais empregada é a utilização de inseticidas sintéticos. No Brasil, existem cerca de 146 produtos registrados para o manejo de *A. gossypii*, sendo a maior parte pertencente aos grupos químicos neonicotinoides e piretroides (39 e 17%, respectivamente) (MAPA, 2018), largamente utilizados para o manejo de artrópodes-praga.

Recentemente, relatou-se a ocorrência de resistência desse afídeo a neonicotinoides (imidacloprid e thiamethoxam) (Ulosoy et al. 2018) e piretroides (beta-cipermetrina e deltametrina) (Chen et al. 2017).

Dessa forma, estudos que visam selecionar novas estratégias de manejo fazem-se necessários. Estudos prévios utilizando de sabões, mostraram potencial de controle sobre pulgões (Cysne et al. 2014). Pessoa et al. (2017), em estudos preliminares testando o efeito do sal de ácido carboxílico, constataram potencial dessa substância sobre *A. gossypii*, verificando eficiência de 63,79% na redução da população de ninfas de primeiro instar. Essas informações geram a hipótese de que o sal de ácido carboxílico possa ser incorporado ao manejo dessa praga.

O sal de ácido carboxílico é um sabão derivado de sais de sódio de ácido carboxílico, cujo mecanismo de ação sobre os insetos, ainda não está bem elucidado. Para Butler (1993) e Cranshaw (2003) os sabões podem atuar de três formas: por penetração dos ácidos graxos através da cutícula prejudicando as células causando colapso, suprimindo as funções respiratória, levando a morte dos insetos, agir como reguladores de crescimento, além de bloquear os espiráculos.

Tendo em vista o potencial apresentado por essa substância e a necessidade de se encontrar novas alternativas de manejo, objetivou-se avaliar a performance de sal de ácido carboxílico em diferentes concentrações em ninfas, de 1º; 2º; 3º e 4º ínstaes e adultos de *A. gossypii*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A coleta dos pulgões utilizados no bioensaio foi realizada em plantas de algodão, em áreas sem aplicações de inseticidas, sendo multiplicados em plantas de

algodão, variedade TMG 47B2RF, em casa de vegetação revestida com tela antiafídio. Foram semeadas 4 sementes em vasos com capacidade de 5 litros, contendo solo de textura argilosa. Após a emissão da primeira folha verdadeira, foi realizado o desbaste, deixando as duas plantas mais vigorosas, realizando-se em seguida adubação com 6g da formulação 4-14-8 (NPK) por planta. Os pulgões foram transferidos para as plantas com o auxílio de pincel de cerdas macias número zero, quando elas emitiram os primeiros botões florais. Para a manutenção da criação, houve cuidado para evitar proliferação do complexo de parasitoides, microhimenópteros das famílias Aphidiidae e Aphelinidae, que ocorrem naturalmente sobre essa espécie, e plantio escalonado visando reposição de plantas.

Para instalação do experimento, adultos em fase reprodutiva foram coletados da criação e levados ao laboratório, sendo individualizados e colocados em placas de Petri (6 cm de diâmetro) com um disco foliar de algodão (2,5 cm de diâmetro) no centro, com a face adaxial fixada em uma fina camada solidificada de ágar-água (20%) (Lopes 1999). As folhas de algodão utilizadas foram procedentes das mesmas condições da criação, retiradas do terço médio de plantas com 70 dias após a emergência, as quais foram desinfestadas, sendo imersas, por 10 segundos, em solução a 1% de hipoclorito de sódio, depois em água destilada, posteriormente em álcool 70% e por últimas lavadas com água destilada esterilizada e secas em papel toalha (Loureiro e Moino Junior, 2006).

Para padronização dos insetos a serem utilizados nos bioensaios, adultos permaneceram por 24 horas nas placas contendo os discos foliares, em sala climatizada a $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. As ninfas produzidas nesse período foram utilizadas para aplicação dos tratamentos, adotando como critério de escolha, ninfas com maior tamanho corpóreo. Foi

avaliada a performance do sal de ácido carboxílico [5%], produto comercial de uso agrícola BIO ADD®, sobre a mortalidade de ninfas de 1º, 2º, 3º, 4º ínstaes e adultos. Para tanto, foi acompanhado a ecdise, sendo essa constatada pela presença da exúvia em placa de Petri. Para as aplicações utilizou-se torre de Potter regulada à pressão de 15 lb/pol², sendo aplicados 2,0 mL de calda por placa. Após aplicações os insetos foram mantidos nas mesmas condições climáticas para obtenção das ninfas. Avaliações para verificar mortalidade foram realizadas a cada 24 horas, utilizando microscópio estereoscópico.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos, constituídos pela testemunha (água destilada esterilizada) e quatro doses do sal de ácido carboxílico (0,200; 0,350; 0,500 e 0,650 L. ha⁻¹), com 5 repetições, cada uma contendo 6 insetos. Os dados coletados foram submetidos a análise de variância e médias comparadas pelo teste Skott-knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa Rbio (Bhering 2017), avaliando-se a mortalidade total e eficiência (Abbott 1925). Também foi calculada a dose letal e tempo letal para mortalidade de 80% da população (DL₈₀ e TL₈₀), utilizando a eficiência.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando o efeito do BIO ADD® sobre a fase jovem de *A. gossypii*, para todas as doses testadas, verificou-se mortalidade total significativamente superior a testemunha. Para insetos de primeiro e quarto ínstaes, observou-se que no intervalo entre 0,350 e 0,650 L.ha⁻¹ do BIO ADD®, não houve diferença significativa para a mortalidade e os valores observados foram acima de 80%. No 2º instar, as maiores mortalidades foram observadas nos intervalos entre 0,500 e 0,650 mL ha⁻¹,

diferindo das demais doses. Para o 3º instar, a maior porcentagem de mortalidade foi observada no tratamento com dose de 0,650 mL ha⁻¹, o qual diferiu das demais.

Para a fase adulta, a maior mortalidade (63,33%), foi proporcionada pela dose de 0,650 mL ha⁻¹, seguida pela dose 0,500 mL.ha⁻¹ (43,33%). Não houve diferença entre as demais doses e a testemunha (Tabela 1).

Tabela 1. Mortalidade total (% ± EP) de ninfas e adultos de *A. gossypii*, expostos a diferentes doses de BIO ADD®.

Mortalidade Total (%)					
Tratamentos	1º Instar	2º Instar	3º Instar	4º Instar	Adulto
Testemunha	20,00 ± 6,23 c	13,33 ± 8,16 c	10,00 ± 6,66 c	13,33 ± 4,08 b	10,00 ± 4,08 c
0,200 L. ha ⁻¹	70,00 ± 6,23 b	33,33 ± 5,27 b	43,33 ± 8,49 b	76,66 ± 5,26 a	16,66 ± 5,26 c
0,350 L. ha ⁻¹	86,66 ± 9,99 a	40,00 ± 8,49 b	43,33 ± 4,08 b	83,33 ± 6,66 a	23,33 ± 6,66 c
0,500 L. ha ⁻¹	89,99 ± 4,08 a	50,00 ± 7,45 a	60,00 ± 12,47 b	90,00 ± 4,08 a	43,33 ± 4,08 b
0,650 L. ha ⁻¹	96,67 ± 3,33 a	70,00 ± 6,23 a	80,00 ± 3,33 a	93,33 ± 6,23 a	63,33 ± 6,23 a
CV (%)	15,29	39,09	36,59	16,85	38,36

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem, pelo teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade.

Verificou-se variação na eficiência observada para as doses testadas, porém os resultados apresentaram a mesma tendência da mortalidade total, exceto para o segundo instar, onde a maior dose diferiu das demais. Desta forma, para a fase jovem de *A. gossypii*, destaca-se a dose de 0,650 L.ha⁻¹ como a mais eficiente, com valores variando de 65,38% a 95,85% (Tabela 2).

Para a fase adulta, a maior performance (59,25%), foi proporcionada pela dose de 0,650 L ha⁻¹, seguida pela dose 0,500 L.ha⁻¹ (37,03%). Não houve diferença entre as demais doses (Tabela 2).

Tabela 2. Eficiência (% $\pm$ EP) das diferentes doses de BIO ADD[®] sobre ninfas e adultos de *A. gossypii*.

Tratamentos	Eficiência (%)				
	1º Instar	2º Instar	3º Instar	4º Instar	Adulto
0,200 L. ha ⁻¹	62,5 $\pm$ 7,79 b	23,07 $\pm$ 6,08 b	37,03 $\pm$ 9,44 b	73,07 $\pm$ 7,69 a	9,62 $\pm$ 4,31 c
0,350 L. ha ⁻¹	83,33 $\pm$ 10,20 a	30,77 $\pm$ 9,80 b	37,03 $\pm$ 4,53 b	80,76 $\pm$ 6,08 a	17,03 $\pm$ 5,56 c
0,500 L. ha ⁻¹	87,50 $\pm$ 5,10 a	38,46 $\pm$ 9,42 b	55,55 $\pm$ 13,85 b	88,46 $\pm$ 7,69 a	37,03 $\pm$ 4,53 b
0,650 L. ha ⁻¹	95,83 $\pm$ 4,16 a	65,38 $\pm$ 7,19 a	77,77 $\pm$ 3,70 a	92,30 $\pm$ 7,71 a	59,25 $\pm$ 6,92 a
CV (%)	19,61	46,91	38,3	17,81	39,55

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem, pelo teste de Scott-Knot a 5% de probabilidade.

Para determinação da dose letal (DL) nos diferentes estádios e fase adulta, ajustou-se o modelo de probit para a DL₈₀, as quais variaram de 0,344 a 0,807 L. ha⁻¹. Para a fase ninfal de *A. gossypii* verificou-se variação nos valores de DL₈₀ sendo o maior valor verificado no segundo instar, seguido pelo terceiro, quarto e primeiro ínstares. O maior valor para esse parâmetro foi verificado para insetos adultos (Tabela 3).

Tabela 3. Dose letal (L ha⁻¹) (DL₈₀ $\pm$ EP), do BIO ADD[®] sobre ninfas de 1º; 2º; 3º; 4º ínstares e adultos de *A. gossypii*.

Dose letal (DL ₈₀)					
	DL ₈₀ $\pm$ EP	Equação	Intervalo de Confiança	χ^2	p
1º Instar	0,344 $\pm$ 0,201	-0,470+3,8023x	0,0502; 0,7402	2,91	0,08
2º Instar	0,805 $\pm$ 0,456	-1,679+3,132x	0,0905; 1,700	2,15	0,14
3º Instar	0,667 $\pm$ 0,316	-1,472+3,464x	0,0465; 1,2890	3,57	0,05
4º Instar	0,393 $\pm$ 0,181	-0,9406+4,5343x	0,0375; 0,7485	2,77	0,09
Adulto	0,807 $\pm$ 0,408	-2,240+3,815x	0,0070; 1,6085	2,52	0,11

* χ^2 significativo (P < 0,05) n = 30

Os tempos letais foram ajustados utilizando o modelo de probit para TL₈₀. Em todos os ínstares e para os adultos verificou-se, de maneira geral, que o aumento da dose do produto foi inversamente proporcional ao tempo necessário para matar 80% da população do inseto. Em todas as doses testadas, os valores dos tempos letais

verificados para a fase adulta foram superiores àqueles verificados em todos os estádios de *A. gossypii* (Tabela 4).

Tabela 3. Tempos letais (TL₈₀) (dias $\pm$ EP), do BIO ADD[®] sobre ninfas de 1^o; 2^o; 3^o; 4^o ínstar e adultos de *A. gossypii*.

1^o Instar					
Tratamentos	TL₈₀	Equação	Intervalo de Confiança	χ^2	p
0,200 L. ha ⁻¹	5,81 $\pm$ 3,40	-1,1944+0,3504x	0,86; 12,48	3,75	0,05
0,350 L. ha ⁻¹	3,44 $\pm$ 1,79	-0,5857+0,4140x	0,07; 6,97	2,03	0,15
0,500 L. ha ⁻¹	2,77 $\pm$ 1,58	-0,3639+0,4348x	0,34; 5,88	2,29	0,12
0,650 L. ha ⁻¹	1,95 $\pm$ 1,09	-0,6058+0,7406x	0,20; 4,10	3,17	0,07
2^o Instar					
0,200 L. ha ⁻¹	8,08 $\pm$ 6,40	-2,816+0,4525x	4,46; 20,63	-0,08	1
0,350 L. ha ⁻¹	8,92 $\pm$ 8,29	-1,7583+0,2914x	7,32; 25,17	-0,12	1
0,500 L. ha ⁻¹	6,90 $\pm$ 4,07	-2,0071+0,2914x	1,07; 14,88	-0,32	1
0,650 L. ha ⁻¹	5,49 $\pm$ 2,83	-1,3319+0,3956x	0,05; 11,04	3,66	0,05
3^o Instar					
0,200 L. ha ⁻¹	6,10 $\pm$ 4,56	-1,9377+0,4553x	2,84; 15,05	-0,20	1
0,350 L. ha ⁻¹	6,35 $\pm$ 5,30	-1,6606+0,3936x	4,04; 16,76	-0,19	1
0,500 L. ha ⁻¹	4,99 $\pm$ 3,37	-1,2278+0,4144x	1,63; 11,61	3,08	0,08
0,650 L. ha ⁻¹	3,33 $\pm$ 1,62	-10,0443+0,5662x	0,14; 6,51	3,65	0,05
4^o Instar					
0,200 L. ha ⁻¹	3,83 $\pm$ 1,81	1,4122+0,5803x	0,32; 7,43	3,77	0,05
0,350 L. ha ⁻¹	3,34 $\pm$ 1,37	1,4464+0,6846x	0,64; 6,04	3,97	0,04
0,500 L. ha ⁻¹	2,86 $\pm$ 1,10	-1,5259+0,8276x	0,70; 5,01	4,47	0,03
0,650 L. ha ⁻¹	2,49 $\pm$ 1,08	-1,1932+0,8152x	0,37; 4,61	4,55	0,03
Adulto					
0,200 L. ha ⁻¹	8,29 $\pm$ 14,5	-3,3311+0,5029x	20,13; 36,72	-0,007	1
0,350 L. ha ⁻¹	10,40 $\pm$ 18,57	-1,4283+0,2181x	25,99; 46,80	-0,04	1
0,500 L. ha ⁻¹	7,13 $\pm$ 7,63	-1,3386+0,3056x	7,83; 22,09	-0,14	1
0,650 L. ha ⁻¹	4,73 $\pm$ 2,86	-1,3302+0,4585x	0,88; 10,35	3,25	0,07

* χ^2 significativo (P < 0,05) n = 30

Em geral, as maiores mortalidades foram proporcionadas pelas maiores doses do BIO ADD[®], verificando-se, de maneira geral, que o ápice da mortalidade ocorreu rapidamente em todos os estádios e estágio avaliados de *A. gossypii* (Figura 4). Essa observação corrobora com os menores valores de tempos letais verificados nas maiores doses do produto (Tabela 4).

A dose de 0,650 L. ha⁻¹, proporcionou picos de mortalidade variando entre o segundo e quarto dia, após as aplicações, com o menor (segundo dia após a

aplicação), observado sobre insetos de 1º instar e o maior (quarto dia após a aplicação) verificado em insetos de 2º instar. Para os tratamentos com 0,500 L. ha⁻¹, o menor período para atingir o pico de mortalidade ocorreu no segundo dia após a aplicação, para insetos do 1º instar e o maior ocorreu no 4º dia após as aplicações para os insetos nos de 2º instar. Os tratamentos 0,200 e 0,350 L. ha⁻¹ comportaram-se de maneira análoga, proporcionando pico de mortalidade no quarto dia após as aplicações, para os tratamentos com insetos de 1º e 2º ínstaes e, no terceiro dia, para insetos de 3º e 4º ínstaes (Figura 4).

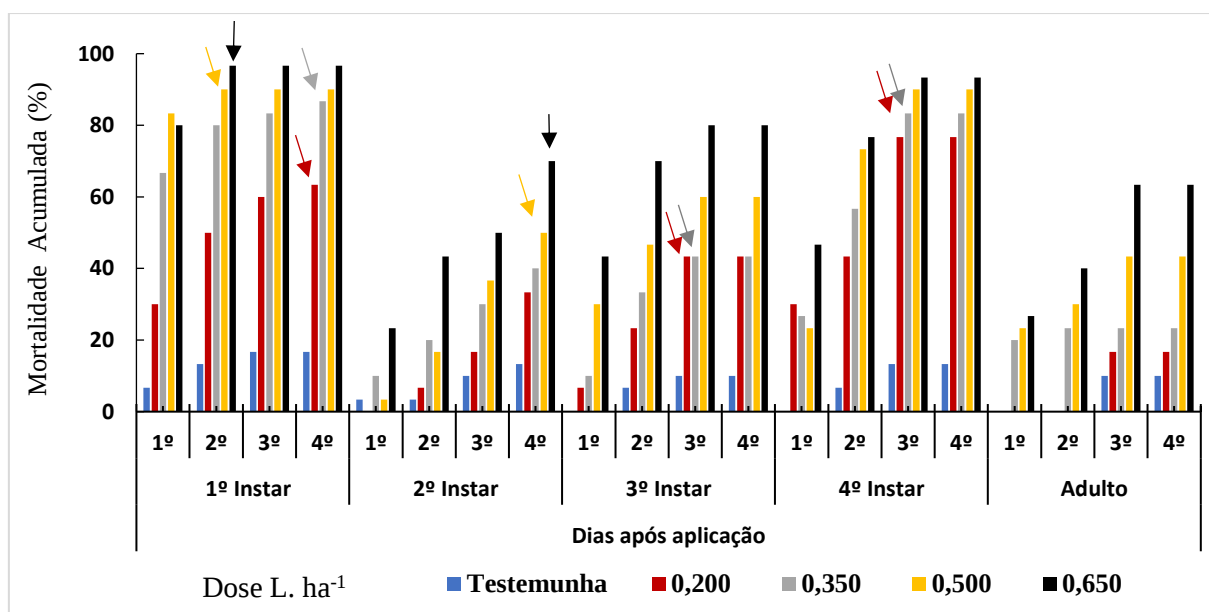


Figura 4. Mortalidade diária acumulada (%) de ninfas de 1º; 2º; 3º; 4º ínstaes e adultos de *A. gossypii*, em função da exposição às diferentes doses de BIO ADD®.

Os resultados mostram que a taxa de mortalidade de ninfas e adultos é dependente da dose de BIO ADD®. A fase adulta do *A. gossypii*, foi menos prejudicada pela ação do BIO ADD®. Uma possível explicação para esse resultado é uma característica, em particular bem desenvolvida nos esternorrinca, que são glândulas que secretam lipídios na superfície epitácular (cera) (Gullan e Cranston 2017), o que pode ter ocorrido em maior quantidade na fase adulta, assim

proporcionando maior deposição de lipídios na superfície epitélica, interferindo na ação do produto.

A letalidade verificada para esse produto nas diferentes fases do inseto pode ser explicada pelo modo de ação dos sabões. Segundo Collard e Eberly (2005), os sabões possuem ação de contato, sendo mais efetivos sobre insetos com exoesqueleto menos rígido como afídeos, moscas brancas, cochonilhas e ácaros. O exoesqueleto dos insetos é formado por várias camadas, como a epicutícula (mais externa), composta principalmente de lipídios. Também apresenta uma porção constituída de hidrocarbonetos (camada de ceras), visando a impermeabilização, dificultando a desidratação (Simpson e Douglas, 2013).

Segundo Curkovic (2007), os sabões não agem em um sítio de ação específico, e sim em múltiplos locais. Apesar do mecanismo de ação dos sabões não estar totalmente esclarecido, acredita-se que, em contato com a epicutícula, através dos ácidos graxos presentes nesses produtos, ocorra penetração na cutícula do inseto, proporcionando o rompimento ou a dissolução das membranas celulares, prejudicando as células, causando colapso por interferir na respiração celular, levando a destruição e morte dos insetos.

Outra forma de ação dos sabões é sua atuação como reguladores de crescimento em insetos, interferindo no metabolismo celular e produção de hormônios de crescimento, durante a metamorfose, além de interferir no processo respiratório, bloqueando os espiráculos (Butler et al. 1993; Cranshaw, 2003).

No presente trabalho, pôde-se observar que ninfas de primeiro instar ficaram flácidas e enegrecidas, caracterizando sintomas hipoplásticos (Alves, 1998), 24 horas após a exposição ao sal de ácido carboxílico. Possivelmente ocorreu perda de água em virtude da presença de ácidos graxos, que dissolveu a camada mais

externa da epicutícula (Figura 5, B). Também deve-se considerar, o fato que na composição do produto BIO ADD®, existe a presença de sais de sódio. A presença desse sal pode ter criado um gradiente osmótico, proporcionando perda de água do corpo do inseto. Também verificou-se que alguns insetos, no estágio de ninfa, não conseguiram completar o processo de ecdise morrendo (figura 5, C).



Fonte: Ribeiro (2018).

Figura 5. *A. gossypii* sem aplicação (A) e 24 horas após a aplicação (B) do BIO ADD® (B), na dose de 0,650 L. ha⁻¹, ninfa de 2º instar morta no processo de ecdise (C) três dias após a aplicação.

Embora as doses 0,500 e 0,650 L ha⁻¹ não tenham diferido estatisticamente nos ensaios com insetos de 1º e 4º ínstaes, o tratamento com 0,650 L ha⁻¹, apresentou resultado 15% superior ao verificado para a dose 0,500 L ha⁻¹, e mortalidade média geral acima de 80%. De acordo com Tomquelski e Martins (2007), um inseticida para ser considerado eficiente deve apresentar controle de no mínimo 80% sobre a população do alvo biológico.

Portanto, é razoável considerar essas diferenças numéricas, sugerindo a dose 0,650 L. ha⁻¹ para o controle de *A. gossypii*, considerando o fato desse inseto ser

transmissor de fitovirose, dentre elas o vírus mosaico das nervuras, cuja a relação vírus-vetor é persistente circulativa, o que torna impreterível a escolha de produtos os quais a ação letal ocorra em tempo reduzido.

Segundo Silva et al. (2015), outro fato problemático reportado nos últimos anos foi a quebra da resistência em cultivares de algodão resistente ao vírus mosaico da nervura. Recentemente, avaliando níveis de controle e reação das cultivares plantadas de algodão, Galbiere et al. (2017) verificaram, na região Centro-Oeste do Brasil, que apenas 19,2% são resistentes a nova forma atípica do vírus e Chitarra e Galbieri (2015) relatam que 90% das cultivares de algodão semeadas no Brasil são susceptíveis a nova forma atípica do vírus.

Ainda é importante salientar, que uma única estratégia de controle, pode gerar efeitos irreparáveis. Promovendo a diminuição de populações suscetíveis e o aumento das resistentes, selecionando indivíduos predispostos geneticamente a sobreviver, mesmo a aplicação de inseticidas (Gullan e Cranston 2017), além de contribuir para resistência cruzada, o que já tem ocorrido em *A. gossypii* (Ulusoy et al. 2018; Chen et al. 2017).

Embora os resultados apresentados sejam promissores, ressalta-se a necessidade de estudos a campo, possibilitando ao alvo biológico, fuga e área de escape, além do ajuste da dose para evitar fitotoxicidade as plantas (Curkovic, 2016). Este estudo adiciona à literatura sobre métodos alternativos de controle de pragas, informações que possibilitam o uso do sal de ácido carboxílico no manejo de *A. gossypii*.

4 CONCLUSÕES

Nas condições testadas verificou-se que:

a) as doses 0,350, 0,500 e 0,650 L. ha⁻¹ de BIO ADD® proporcionaram alta mortalidade acima de 80% sobre ninfas de 1ª e 4ª ínstaes.

b) as doses de 0,500 e 0,650 L. ha⁻¹ do BIO ADD®, proporcionaram as melhores performances sobre as diferentes fases de *A. gossypii*, a partir de 48 horas após a aplicação.

c) a dose 0,650 L. ha⁻¹ do BIO ADD®, proporcionou mortalidade média de 80% e em menor tempo, sobre as diferentes fases de *A. gossypii*.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbott, WS (1925). A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. Journal of Economic Entomology 18: 265–267.

Alves S.B. Controle Microbiano de Insetos (1998). 2. Ed. Piracicaba: FEALQ, 1163p.

Bhering, LL (2017). Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.17: 187-190p. <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332017v17n2s29>.

Butler, JRGD, Henneberry, TJ, Stansly, PA e Schuster, DJ (1993). Insecticidal effect of selected soaps, oils and detergents on the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). Florida Entomologist, Lutz, Flórida, v. 76, p. 161-167. DOI: 10.2307/3496023.

Chen, X, Tie, M, Chen, Ma, K, Li, F, Liang, P, Liu, Y, Song, D e Gao, X. (2017). Pyrethroid resistance associated with M918L mutation and detoxifying metabolism in *Aphis gossypii* from Bt cotton growing regions of China. Pest Management Science. <https://doi.org/10.1002/ps.4622>.

Collard, J e Eberly, D (2005). Integrated Pest Management: a toolkit of practices and principles. Arbor Age, Camberra, Austrália, v. 25, p. 26-28.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Safra 2017/2018, Análise mensal, nov/2018. Disponível em: <www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131> Acessado em 10 novembro, 2018.

Cranshaw, WS (2003). Insect control: Soaps and detergents. Home & Garden, Colorado State University, n.5547. Disponível em: <http://www.ext.colostate.edu/pubs/insect/05547.html>. Acesso em: 10 maio 2017.

Curkovic T (2007). Advances in pest control with detergents. A tool for integrated management. Spanish. Aconex. 94:11–17.

Curkovic, T (2016). Detergents and soaps as tools for IPM in agriculture p. 155-189. In Kaur Gill, H. e Goyal, G. (eds.). Integrated Pest Management (IPM): Environmentally Sound Pest Management. Intech, Rijeka, Croatia. <http://dx.doi.org/10.5772/64343>.

- 352 Cysne, AQ, Costa, JVT e Bleicher, E. (2014). Atividade inseticida de detergentes
353 neutros sobre pulgão preto em feijão caupi. Revista de Ciências Agroambientais,
354 v.12, n.1, p.75-81. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1022602>.
- 355 Chitarra LG, Galbieri R (2015) Controle de doenças no algodoeiro em Mato Grosso.
356 In: Belot JL (ed) Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso.
357 Casa das Árvores, Cuiabá, pp 166–177.
- 358 GALBIERI, Rafael et al. Cotton blue disease in central-west Brazil: Occurrence,
359 vector (*Aphis gossypii*) control levels and cultivar reaction. Tropical Plant Pathology,
360 [s.l.], v. 42, n. 6, p.468-474, 16 jun. 2017. Springer Nature.
361 <http://dx.doi.org/10.1007/s40858-017-0165-1>.
- 362 GULLAN, PJ e CRANSTON, PS 2017. Insetos: Fundamentos da Entomologia. 5. ed.
363 São Paulo: ROCA, 460 p.
- 364 Loureiro, ES e Moino, JA (2006). Pathogenicity of hyphomycete fungi to aphids *Aphis*
365 *gossypii* Glover and *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). Neotropical
366 Entomology, 35(5): 660-665.
- 367 Lopes, RB (1999). Seleção de fungos entomopatogênicos e controle de *Frankliniella*
368 *occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). Dissertação (Mestrado em Agronomia) -
369 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, 71p.
- 370 Malaquias, JB, Ramalho, FS, Lira, ACS, Oliveira, FQ, Fernandes, FS, Godoy WAC e
371 Zanuncio JC (2014). The Biology and Thermal Requirements of the Fennel
372 Aphid *Hyadaphis foeniculi* (Passerini) (Hemiptera: Aphididae). PLoS ONE 9(7).
373 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100983>.
- 374 MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agrofit (2018).
375 Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.
376 Acessado em: 10 de Agosto 2018.
- 377 Miranda, JE, Rodrigues, SMM, Albuquerque, FA, Silva, CAD, Almeida RP e
378 Ramalho, FS (2015). Guia de identificação de pragas do algodoeiro. Campina
379 Grande: Embrapa Algodão. 69 p.
- 380 Pessoa, LGA, Silva, WE B, Ribeiro, MP, Loureiro, ES e Dias, PM (2017). Efeito do
381 sal de ácido carboxílico sobre ninfas de *Aphis gossypii* Glover (1877) (Hemiptera:
382 Aphididae). Revista de Agricultura Neotropical, v. 4, Suplemento 1, p. 79-83.
383 <https://doi.org/10.32404/rean.v4i5.2197>.
- 384 Rahsepar, A, Haghani, M, Sedaratian-Jahromi, A, Ghane-Jahromi, M e Farrar, N
385 (2016). Different cucumber (*Cucumis sativus*) varieties could affects biological
386 performance of cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), a case
387 study at laboratory condition. Entomofauna, 37 (21), 353-364.
388 <https://www.researchgate.net/publication/325094002>.
- 389 Rodrigues, SMM e Silvie, PJ. (2016). Índices faunísticos de artrópodes-praga e
390 inimigos naturais nos sistemas de plantio convencional e adensado do algodoeiro.
391 Campina Grande: Embrapa Algodão. 16 p.
- 392 Sarwar, MK, Azam, I, Iqbal W, Iram N, Rashda A, Anwer F, Atta K e Ali R. (2014).
393 Cotton aphid *Aphis gossypii* L. (Homoptera; Aphididae); a challenging pest; biology
394 and control strategies: a review. Int J Appl Biol Pharm Technol 5: 288-294.

- 395 Silva AKF, Romanel E, Silva TF, Castilhos Y, Schrago CG, Galbieri R, Belot JL e
396 Vaslin MFS (2015) Complete genome sequences of two new virus isolates
397 associated with cotton blue disease resistance breaking in Brazil. Arch Virol
398 160:1371–1374.
- 399 Simpson SJ e Douglas AE (2013). The insects: structure and function. RF Chapman.
400 5 th ed. USA: Cambridge University Press; 2013. 929 p.
- 401 Suassuna, ND e Coutinho, WM (2015). Manejo das principais doenças do algodoeiro
402 no cerrado brasileiro. In: Freire EC (ed) Algodão no cerrado do Brasil. ABRAPA,
403 Brasília, p 365–408.
- 404 Tomquelski, GV e Martins, GLM (2007). Eficiência de inseticidas sobre *Spodoptera*
405 *frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho na região dos
406 Chapadões. Rev. Bras. Milho e Sorgo 6, 26–39.
- 407 Torkamand, M. Heidaria, A. Ghajarieh, H. AND Faravardeh, L. (2013). Comparison of
408 susceptibility of melon aphid populations, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera:
409 Aphididae), from seven regions in Iran to pirimicarb and malathion. Journal of Crop
410 Protection, 2 (2), 183-192.
- 411 ULUSOY, S.; ATAKAN, E.; AND DINCER, S.(2018). Neonicotinoid resistance of
412 *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) in cotton fields of Cukurova
413 Region, Turkey. Turkey journal of entomology, 42 (1), 23–31.